뇌졸중 위험인자를 가진 어지럼 환자에서의 확산강조 자기공명영상

연세대학교 의과대학 응급의학교실, 국민건강보험공단 일산병원 응급의학과*

강형구 · 윤유상 · 이진희 · 박인철 · 이경룡 · 정상원* · 구홍두* · 김승호

= Abstract =

Diffusion-weighted Imaging in Isolated Vertigo Patients Having Risk Factors for Stroke

Hyung Goo Kang, M.D., Yu Sang Yun, M.D., Jin Hee Yi, M.D., In Cheol Park, M.D., Kyeong Ryong Lee, M.D., Sang Won Chung, M.D.*, Hong Du Goo. M.D.*, and Seung Ho Kim, M.D.

Department of Emergency Medicine, Yonsei University College of Medicine, Department of Emergency Medicine, Ilsan Hospital*

Background: The management of vertiginous patients is a great challenge to emergency physicians. We evaluated the diagnostic value of a diffusion-weighted image(DWI) in differentiating central vertigo from the peripheral vertigo in patients who presented no neurological symptoms other than risk factors for stroke.

Methods: From March 2000 to February 2001, we retrospectively analyzed the cases of 68 patients who visited the emergency department with symptoms of isolated vertigo and who had risk factors for stroke. DWIs, computed tomograms(CT), and medical records were reviewed, and the final diagnose, the DWIs and the CT readings, the risk factors for stroke, and the time it took waiting for a DWI or CT scan were analyzed.

Results: Of the 68 patients, 21(30.8%) had central vertigo: 15 vertebrobasilar transient ischemic attacks(VB-TIA), 4 brain stem infarctions, 1 cerebellar infarction, and 1 cerebellopeduncular infarction. The DWI showed a 28.6% sensitivity, a 97.9% specificity, and an 85.7% positive predictive value in diagnosing central vertigo. It also had a 100% sensitivity in detecting infarctions.

Conclusion: A DWI had a comparable sensitivity to MRI in detecting central vertigo and small, but potentially, lethal infarctions in our patient population. We recommend clinical application of DWI in the emergency department evaluation of isolated vertigo patients with risk factors for stroke.

Key Words: Vertigo, Diffusion weighted imaging(DWI), Risk factor for stroke

접수일 : 2001년 10월 5일 **통과일** : 2001년 11월 13일

저자연락처: 김 승 호 서울시서대문구신촌동134 연세대학교의과대학응급의학교실
Tel : 02) 361-5790, Fax : 02) 392-3715, E-mail : edksh@yumc.yonsei.ac.kr

I. 서 론

응급실에 내원한 어지럼(vertigo) 환자들 중 많은 수는 뇌졸중의 위험 인자를 가지고 있다. 의사들은 과거력, 임상양상, 신경학적 검사 등을 통해 말초성, 중추성 어지럼을 감별하며, 필요한 경우 뇌 전산화 단층촬영(computerized tomogram; CT)을 통해 뇌출혈, 뇌경색 등의 즉각적인 처치를 요하는 질환을 진단하고 있다. 그러나 신경학적 이상 증상 없이 어지럼만 호소하는 경우 진단에 어려움을 겪게 된다.

영상 진단으로 많이 사용하는 CT로는 뇌경색이 국소 부위에 있거나 초급성인 경우에 이상 소견을 발견하기 힘들다.[1-3] 특히 후하부 소뇌동맥(posteroinferior cerebellar artery; PICA)의 폐쇄에 의한 하부 소뇌 경색은 다른 신경학적 증상없이 어지럼만 나타나는 경우가 있어 말초성 어지럼으로 오인되는 경우가 종종 있다.[4-7] 이런 이유로 어지럼의 감별을 위해 자기공명영상(magnetic resonance imaging; MRI)내지 자기공명 혈관촬영(magnetic resonance angiography; MRA)이 권장되고 있으나 설치되어 있는 병원이 많지 않고, 촬영 시간이 길며 가격이 비싸다는 제한점이 있다.

확산강조 자기공명영상(diffusion weighted magnetic resonance imaging; DWI)은 물분자의 확산 운동에 예민한 경사자계(magnetic gradient)를 걸어, 허혈성 변화 직후에 수반되는 세포 팽창성 부종과 그로 인한 물분자의 확산 운동 제한을 신호변화를 통하여 얻어내는 영상이다.[8,9] 동물 모델에서는 허혈 유발후 수분이내에 신호변화가 보고되었고,[10] 특히 3시간 이내의 급성 뇌경색 진단에 효용성이 높다고 알려져 있다. 그러나 아직까지 어지럼 환자에 대한 연구는 보고되고 있지 못하다.

이에 연구자들은 뇌졸중의 위험인자를 가진, 신경학적 증상이 없는 어지럼 환자의, 응급 진료시 DWI의 유용성을 알아보고자 연구를 계획하였다.

II. 대상과 방법

2000년 3월부터 2001년 2월까지 국민건강보험공단 일산병원 응급의료센터에 어지럼을 주증상으로 갖고 내원하여 CT와 DWI를 모두 시행받은 환자를 대상으로 후향적 연구를 시행하였다. 뇌졸중 위험인자를 1개 이상 가지고 있으며 어지럼과 안진 이외에 다른 신경학적 이상 소견을 보이지 않은 환자의 의무 기록과 CT, DWI, MRA 소견을 분석하였다. 뇌졸중의 위험인자로는 65세 이상, 고혈압, 이전에 뇌졸중이나 관상동맥질환의 과거력, 당뇨병, 그리고 흡연력으로 정했다.

최종 진단은 어지럼의 양상과 CT, DWI 그리고 선별적으로 시행한 MRA, 전정기능검사, 청력 검사 등을 토대로 관련 임상과간의 협의후 정했다. 척추기저동맥 일과성 뇌허혈(vertebrobasilar transient ischemic attack; VB TIA)은 MRA상 뇌혈관에 동맥 경화로 인해 불규칙한 혈관양상이 관찰되는 경우로 정하였고, MRI를 촬영하지 않은 경우는 CT, DWI에 이전의 뇌경색이 관찰되며 전정 기능 검사상 말초성 현훈에 합당하지 않은 경우로 하였다. 급성 뇌경색은 CT, DWI, MRA의 이상 부위에 따라 진단하였고, 말초성 어지럼은 CT, DWI, MRA 등에서 이상 소견이 없을때 전정 기능 검사와 임상 양상을 종합해 양성 발작성 체위성 어지럼, 전정신경염, Meniere씨병 등으로 진단하였다. CT, DWI가 정상이고 임상양상, 전정 기능 검사에서도 말초성 어지럼을 의심할 만한 소견이 없으나 신장질환 등 전신적 질환으로 인해 전정계에 일시적 허혈을 초래해 어지럼이 발생할 수 있는 경우는 기타 질환으로 분류하였다.(그림 1)

연구에서는 환자들의 성별, 나이, 입원 여부, 위험인자, 내원 후 CT와 DWI 촬영시까지의 소요 시간을 조사하였으며, CT, DWI와 MRA의 판독 소견을 진단 결과와 비교 분석하였다.

DWI는 1.5T 초전도형 GE signa® MR/I (1999.12. Milwaukee. USA)를 이용하여, single shot spin echo planar imaging 기법으로 30 ~ 60

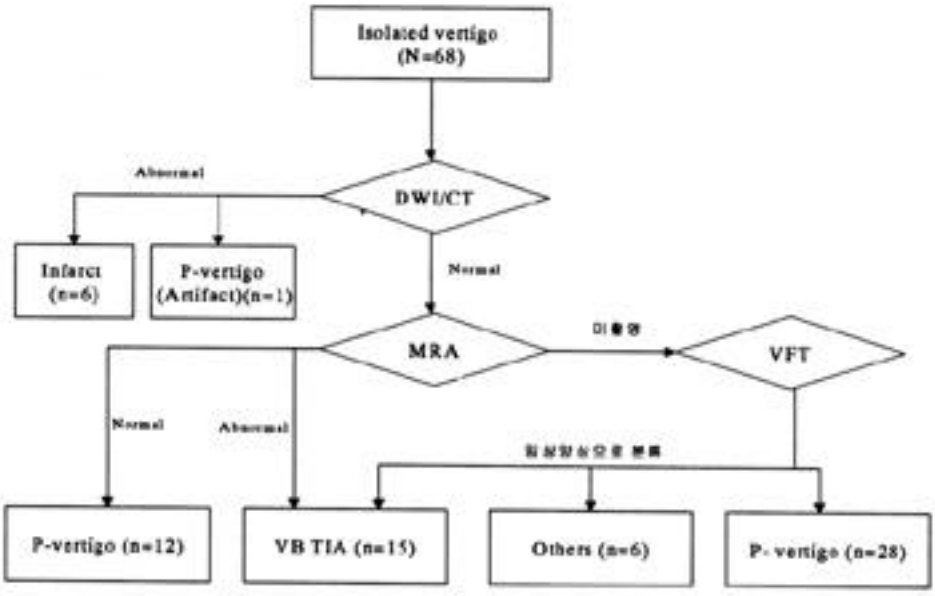

그림 1. 대상환자의 진단과정(DWI; Diffusion weighted imaging, P-vertigo; Peripheral vertigo, MRA; Magnetic resonance angiography, VFT; Vestibular function test, VB TIA; Vertebrobasilar transient ischemic attack)

표 1. 뇌졸중의 위험인자 및 환자 분포

위험 인자	환자수(%)	보유 위험인자(%)	
65세 이상	44(36.7)	1개	28(41.2)
고혈압	42(35.0)	2개	29(42.6)
뇌졸중이나 관상동맥질환의 과거력	20(16.7)	3개	9(13.2)
당뇨병	10(8.3)	4개	2(2.9)
흡연력	4(3.3)	5개	0(0.0)
합계	120		68

초에 걸쳐 영상을 얻었다. DWI의 절편 두께는 10 mm, TR 6,050 msec, TE minimum, b value는 1000 s/mm²으로 하였다. CT, DWI, MRA의 판독은 1명의 중추 신경계 전담 진단 방사선과 전문의가 판독하였다.

III. 결 과

대상 환자 68명중 남성과 여성은 각각 17명, 51명이었고 평균 연령은 67.6세(40~89세)로, 남성은 67.6세, 여성은 67.5세였다. 뇌졸중 위험인자는 환자당 1.76개였으며 위험인자로는 65세 이상이, 개수는 2개를 보유한 환자가 가장 많았다.(표 1) 응급실로 내원후 DWI 촬영까지는 평균 209분(35~615분), CT 촬영까지는 평균 77분(5~405분)이 소요되었다.

68명의 환자 중 21명(30.8%)이 중추성 어지럼, 41명(60.3%)이 말초성 어지럼, 6명(8.8%)이 기타 질환으로 진단되었다. 21명의 중추성 어지럼 환자 중 15명(71.4%)은 척추뇌저동맥 일과성 뇌허혈로 진단되었고, 나머지 6명의 진단은 뇌간 경색 4예, 소뇌 경색, 소뇌다리 경색(cerebellopedencular infarct) 각 1예씩이었다.(표 2) DWI에서는 이상 소견을 보였지만 환자의 증상을 나타내는 뇌의 병변부위와 일치하지 않아 말초성 어지럼으로 진단된 경우도 1례 있었

표 2. 어지럼의 원인

원 인	환자수(%)	남:여
중추성	21(30.8)	6:15
VB TIA*	15	5:10
Cerebellar infarct	1	1: 0
Cerebellopeduncular infarct	1	0: 1
Brain stem infarct	4	0: 4
말초성	41(60.3)	10:31
기타질환	6(8.8)	1: 5
합계	68(100.0)	17:51

*VB TIA: vertebrobasilar transient ischemic attack

표 3. DWI의 진단 정확도

	중추성 어지럼	기타 원인	합계
DWI(+)	6	1	7
DWI(-)	15	46	61
합계	21	47	68
	뇌경색	기타 원인	합계
DWI(+)	6	1	7
DWI(-)	0	61	61
합계	6	62	68

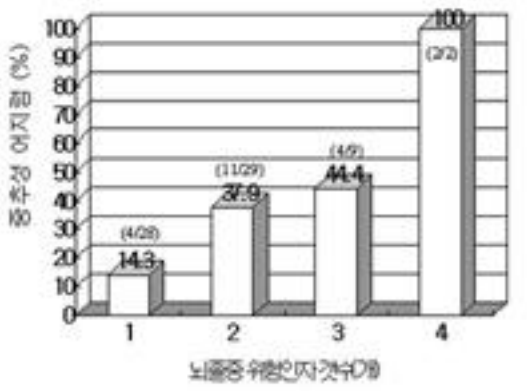

그림 2. 뇌졸중 위험인자 갯수와 중추성 어지럼의 빈도

다. 뇌졸중의 위험인자 수가 증가함에 따라 중추성 어지럼의 빈도는 증가하여 4개의 위험인자를 가진 2명의 환자에서는 모두 중추성 어지럼으로 진단되었다(그림 2).

중추성 어지럼의 진단에서 DWI의 민감도는 28.6%, 소뇌 경색, 뇌간경색 등 빠른 처치가 요구되는 중증 질환에 대한 민감도는 100%였다. 그리고, 특이도는 97.9%, 양성예측도는 85.7%였다(표 3).

DWI상 고음영으로 나타난 7예를 CT 소견과 비교한바, CT상 3예에서 시상와 기저핵에서 이전의 소공경색이 관찰되었을 뿐 7예 모두에서 명확한 진단을 내릴만한 이상소견을 관찰할 수 없었다.

MRI, MRA 검사를 시행 받은 환자 20예 중 중추성 어지럼으로 진단된 환자는 8예(40%)로서, 5예는 DWI와 MRI에서 뇌실질에 고음영을 보이는 급성 경색 소견을, 3예는 DWI는 정상이었으나 MRA상 뇌혈관에 동맥 경화가 진행된 소견을 보였다.

68명 환자 중 26명은 입원치료를 받았고, 41명은 응급실에서 퇴원 후 외래로 추적 관찰 받았으며, 1명은 자의퇴원 후 더 이상의 외래 진료를 받지 않았다.

표 4. 어지럼의 일반적인 원인

Peripheral	Benign paroxysmal positional vertigo Vestibular neuritis Recurrent vestibulopathy Classic Meniere 's disease Head trauma(Labyrinthine concussion) Acoustic neuroma Otosclerosis Herpes zoster oticus Cholesteatoma Perilymph fistula Aminoglycoside ototoxicity
Central	Vertebrobasilar transient ischemic attack Cerebellar or brain stem stroke Brain tumor Multiple sclerosis Vertebrobasilar migraine

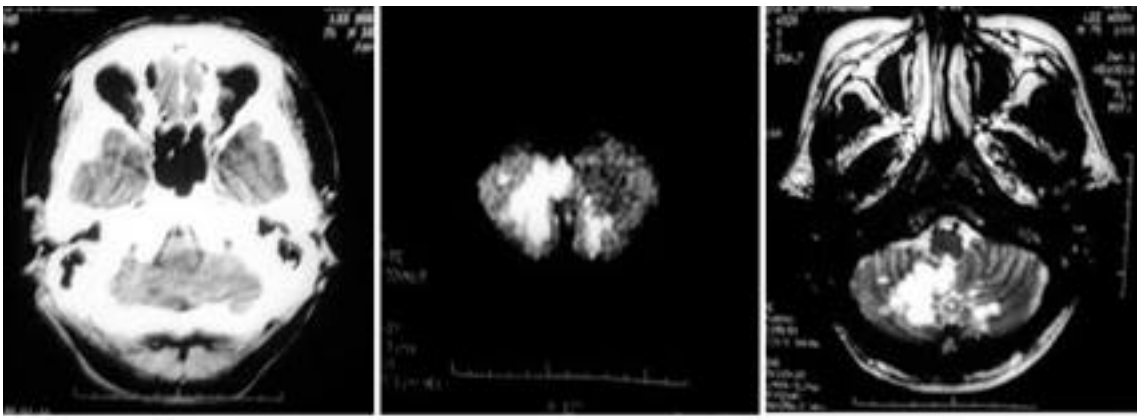

그림 3. 후하소뇌동맥(PICA) 영역 소뇌경색 환자의 CT, DWI, T2 weighted MRI 소견. 75세남자 환자로 오전 5시경 깨어나면서 발생한 어지럼을 주소로 내원. CT상 이상소견이 없었으나, DWI, T2 weighted MRI상 양측 하부 소뇌(PICA 영역)에 허혈성 소견이 관찰됨(CT; computerized tomogram, DWI; diffusion weighted magnetic resonance imaging, MRI; magnetic resonance imaging, PICA; posteroinferior cerebellar artery).

IV. 고 찰

어지러움(Dizziness)은 응급실에서 자주 접하는 증상중 하나이다. 미국에서는 외래 환자의 주증상중 3번째로 흔한 증상이며 75세 이상에서는 가장 빈번히 호소하는 증상으로 보고되고 있다.[11,12] 어지러움의 일종인 어지럼(vertigo)은 환자 자신의 몸이 돌거나 환자를 중심으로 주위가 빙빙 도는 듯한 증상으로 그 원인은 전정계의 미로나 그 연결통로 등의 병변으로 인해 전정 신호를 받아들이는 데에 이상이 발생하기 때문이다. 말초 전정 기관 근위측의 중추 신경 경로에 이상이 있는 경우를 중추성 어지럼, 전정 미로에 이상이 있는 경우를 말초성 어지럼으로 분류한다(표 4).[4,11] 이 두 가지 어지럼의 감별을 위해서 안진의 형태, 자세에 따

표 5. 어지럼 감별 진단시 CT와 DWI의 비교

CT		DWI
1. 가격이 싸다. (조영제를 사용한 경우 7~8만원) 2. 뇌출혈의 진단에 유용하다. 3. 빠른시간에 촬영이 가능하고, 접근도가 높다.	장점	1. 기존 MRI, MRA에 비해 가격이 싸다.(DWI 10~20만원) 2. 급성 경색, 소량 경색 진단에 효용성이 높다. 3. 기존 MRI에 비해 촬영시간이 짧다.(촬영시간 30~60 여초) 4. 방사선 노출이 없으며, 조영제가 필요 없다.
1. 급성 경색, 소량 경색을 진단하기 힘들다. 2. 다량의 방사선에 노출된다.	단점	1. 뇌출혈을 감별하기 위한 효용성에 대해 연구가 부족하다. 2. CT에 비해 가격이 비싸고, 접근도가 낮다.

(CT; computerized tomogram, DWI; diffusion weighted magnetic resonance imaging, MRI; magnetic resonance imaging)

른 증상의 변화같은 임상 양상, 과거력, 신경학적 검사 등이 이용되고 있으나 감별이 쉽지는 않다.[3,5,13]

체위성 안진은 말초성 어지럼의 소견으로 알려져 있으나 민감도는 50~78%로 낮으며, 이른 아침에 잠자리에서 일어나다가 생기는 어지럼(matutinal vertigo)도 양성 발작성 체위성 어지럼의 증상으로 여겨지지만 민감도가 40%이고, 말초성 어지럼에 대해서도 민감도 51%, 특이도 69%로 감별에는 큰 도움이 되지 않는다고 한다.[11,14] 본 연구에서도 1예에서 이른 아침에 자세 변화시에 어지럼이 발생하였으며, 귀의 질환력과 자세에 따른 증상의 변화가 있었고, 신경학적 검사시 이상소견이 관찰되지 않아 임상적으로 말초성 어지럼이 의심되었으나 DWI상 소뇌경색으로 진단되었다(그림 3).

어지럼 환자에서 뇌의 영상진단은 뇌졸중의 위험인자를 가진 환자나, 심한 두통을 동반하는 경우 감별진단을 위해 추천되고 있다. 그러나 다른 이상 증상 없이 어지럼만을 보이는 경우나 전정성 안진이 시야 고정에 의해 억제되는 경우, 불안정하지만 걸을 수 있는 환자는 48시간 동안 관찰하며 뇌 영상진단을 보류할 수 있다.[5] 영상진단으로는 MRI, MRA가 선호되나 뇌출혈의 진단에 민감도가 낮은 단점이 있다. MRI가 용이하지 않은 경우 CT가 시행될 수 있는데, 이때 소뇌를 세밀한 간격으로 촬영하거나 제 4 뇌실의 비대칭성을 관찰하는 것도 진단에 도움이 된다.[5] 하지만 어지럼 환자에서 CT의 양성율은 13.6~27%로 낮게 보고되고 있어, 중추성 어지럼을 의심하는 경우 감별 수단으로 추천되지 않고 있다.[3,15,16] 이 등[17], 정 등[18]의 연구에 따르면 MRI에 의한 중추성 어지럼의 진단민감도는 30~34%이며, 본 연구에서 사용한 DWI에서도 28.6%로 비슷한 결과가 나왔다. 이렇게 낮은 민감도는 일과성 뇌허혈이 MRI상 음성 소견을 보이는 경우가 많기 때문인 것으로 설명되고 있다.

Norrving 등[19]은 다른 신경학적 이상 소견없이 24시간 이상 어지럼만을 호소하는 50세 이상의 환자들의 25%(6/24)가 소뇌경색으로 밝혀졌다고 보고하였으나, 뇌졸중 위험인자를 가진 환자들을 대상으로 한 본 연구에서는 8.8%(6/68)가 소뇌경색 1예를 포함한 뇌경색으로 진단되었고, 24시간 이상 증상이 지속되어 내원한 41예 중에서는 4예(9.7%)가 뇌경색으로, 9예(21.9%)가 VB TIA로 진단되었다.

본 연구에서 중추성 어지럼 21예 중 15예로 대부분을 차지하는 VB TIA는 척추기저동맥에서 유발된 혈전에 의해 대부분 발생하며 고령자의 중추성 어지럼의 대부분을 차지하고 있다. 진단에는 환자의 병력, 뇌졸중 위험인자 유무, 혈관촬영 등의 도움을 받을 수

있으며 복시, 시력감소, 발음장애 등의 후두엽 허혈 증상을 동반하기도 한다. 확진을 위해서는 MRA, 도플러 초음파, 심초음파 등의 고가의 검사가 필요하지만 비용-효율 측면에서 계속 논의가 필요할 것이다.

일과성 뇌허혈의 진단에서 DWI의 유용성과 관련해서는 36.6~48%에서 이상 소견을 보였다는 보고들이 있다.[20,21] 반면에 본 연구에서는 VB TIA 환자로서 DWI상 이상소견을 보이는 경우는 없었는데 DWI 촬영까지 내원후 평균 209분이 소요되어 허혈성 뇌조직이 회복되었을 가능성을 고려해 볼 수 있다.

DWI의 유용성에 대하여는 뇌졸중 유사 증상을 보이는 환자에서 정상 DWI 소견을 보인 경우, 이후에 DWI를 재촬영하거나, 관류 강조 영상(perfusion weighted imaging), MRI를 통해 63%에서 뇌허혈 소견을 나타내는 이상소견을 발견했다는 보고가 있다.[22,23] 본 연구에서는 정상 DWI 소견 후 MRI상 국소적 허혈성 소견을 보인 경우는 없고, 3예에서 MRA상 뇌동맥에 동맥 경화로 인한 불규칙한 음영이 관찰되었다. 그러나 본 연구는 뇌졸중 유사 증상이 아닌, 어지럼 외에 신경학적 이상 증상을 보이지 않은 환자를 대상으로 하였기에 결과를 직접 비교하기는 곤란하다. 그럼에도 VB TIA를 제외한 뇌경색에 대한 DWI의 민감도 100%는 의미있는 결과라 하겠다.

DWI를 포함한 MRI의 단점은 뇌경색보다 중증도가 높은 뇌출혈의 진단에 민감도가 부족하다는 것이다. 여러 방식의 MRI를 통해 뇌출혈 환자를 감별해 낼 수 있다는 보고들이 있기는 하지만[24,25] 일반화하기 힘들어, MRI는 뇌출혈 감별을 위한 표준 방법으로 아직까지 받아들여지지 않고 있다.

MRI, CT와 대비되는 DWI의 장점으로 첫째, 3시간이전의 초급성기 뇌경색과 소량의 뇌경색 진단에 MRI, CT보다 효용성이 크다는 점이다.[26] T1, T2 강조 MRI는 허혈성 손상 후 수 시간 이후에 생기는 혈관 장벽의 파괴와 혈관성 부종을 신호 변화로 나타내므로 조기 진단에 한계가 있었으나 DWI는 허혈성 변화 직후에 수반되는 세포성 팽창성 부종을 고신호로 나타내 빠른 진단을 가능하게 한다. 둘째, 촬영 시간이 30~60초로 매우 짧아서 의식이 저하된 환자나, 혈역학적으로 불안정한 환자에서 MRI보다 안정적으로 촬영할 수 있다(표 5).

본 연구의 제한점으로는 첫째, VB TIA의 진단상 오차를 들 수 있다. MRA상 확진이 된 경우는 3예뿐으로 나머지 12예는 병력과 전정 기능 검사, CT, DWI의 소견을 종합해 진단하였기에 위양성의 가능성이 있다. 마찬가지로 MRA를 촬영하지 않고 말초성 어지럼으로 진단받은 환자도 위음성일 가능성이 있다. 둘째, 환자의 남녀 성비의 불균형이 중추성 어지럼의 빈도에 영향을 미쳤을 수 있다. 대상 환자를 후향적으로 추출하는데서 여자 환자가 많아졌으며, 여자 환자에서 말초성 어지럼의 빈도가 높아서 전체적으로 중추성 어지럼 환자의 빈도가 낮게 나타났을 가능성이 있다. 셋째, 어지럼의 원인을 밝히는데 중요하다고 알려진 심초음파, 눈전위도 검사등의 결과를 포함시키지 못했다.

V. 결 론

연구자들은 뇌졸중의 위험인자를 가지고 있지만 다른 신경학적 이상 소견이 없는 어지럼 환자의 응급진료에서의 DWI의 유용성에 대한 연구를 통해 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 소뇌경색, 뇌간경색의 진단에서 DWI는 CT에 비해 월등한 진단 능력을 보였다.

2. 중추성 어지럼의 진단에서 DWI의 민감도는 기존의 MRI와 큰 차이가 없었다.

3. DWI는 신경학적 이상 소견이 없는 어지럼환자의 응급진료시 CT를 대체할 수 있을 것으로 사료된다.

참고문헌

1. Olieira-Filho J, Ay H, Schaefer PW et al: Diffusion weighted magnetic resonance imaging identifies the clinically relevant small penetrator infarcts. *Arch Neurology* 57;1009-1014, 2000.
2. Lansberg MG, Albers GW, Beaulieu C, Mark MP:

Comparison of diffusion-weighted MRI and CT in acute stroke. *Neurology* 54;1557-1561, 2000.

3. **이용주, 이준희, 한승태: 중추성 어지러움과 말초성 어지러움의 비교분석**. *대한응급의학회지* 9;420-429, 1998.
4. Baloh RW: Vertigo. *The Lancet* 352;1841-1846, 1998.
5. Hotson, JR, Boloh RW: Current Concepts: Acute vestibular syndrome. *N England J Med* 339; 680-685, 1998.
6. Martin PJ: Vertebrobasilar ischemia. *QJM* 91;799-811, 1998.
7. Barth A, Bogousslavsky J, Regli F: The clinical and topographic spectrum of cerebellar infarcts: A clinical magnetic resonance imaging correlation study. *Annals of Neurology* 33;451-456, 1993.
8. **최수정, 최충곤, 김재균 등: 조기 허혈성 뇌경색: 확산강조영상과 현성확산계수영상의 비교**. *대한방사선과의학회지* 39;21-27, 1998.
9. Albers GW: Diffusion-weighted MRI for evaluation of acute stroke. *Neurology* 51;S47-S49, 1998.
10. Moseley ME, Cohen Y, Mintorovitch J. et al: Early detection of regional cerebral ischemia in cats: comparison of diffusion and T2 weighted MRI and spectroscopy. *Magn Reson Med* 14;330-346, 1990.
11. Froehling DA, Silverstein MD, Mohr DN, Beatty CW: Does this dizzy patient have a serious form of vertigo? *JAMA* 271;385-388, 1994.
12. Mcdonell GV, Esmonde TF, Kerr A: Dizziness: Neurology and ENT approaches compared. *J Neurol Neurosurg & Psychiatry* 67;266, 1999.
13. Baloh RW: Differentiating between pheripheral and central causes of vertigo. *Otolaryngology-Head & Neck Surg* 119;55-59, 1998.
14. Berkowitz BW: Matutinal Vertigo: Clinical characteristics and possible management. *Arch Neurology* 42;874-877, 1985.
15. **정성필, 김욱진, 구홍두, 김승호: 어지러움증 환자에 대한 뇌전산화 단층촬영 시행의 지표**. *대한응급의학회지* 7;540-544, 1996.
16. Kingsley DPE, Radue EW, Du Boulay EPGH: Evaluation of computed tomography in vascular lesions of the vertebrobasilar territoty. *J Neurol Neurosurg Psychiary* 43;193-197,1980.
17. **이근호, 김재일: 중추성 전정기능장애 환자들의 MRI 및 전정기능검사의 비교 연구**. *대한신경학회지* 14;810-823, 1994.
18. **정춘근, 김상준, 김유미 등: 중추성 현훈 환자의 뇌 자기공명영상 소견**. *대한방사선과의학회지* 39;901-906, 1998.
19. Norrving B, Magnusson M, Holtas S: Isolated acute vertigo in the elderly; Vestibular or vascular disease? *Acta Neurol Scand* 91;43-48, 1995.
20. Kidwell CS, Alger JR, Salle FD et al: Diffusion MRI in patients with transient ischemic attacks. *Stroke* 30;1174-1180, 2000.
21. **정진일, 김동익, 이승익, 윤평호, 허지회, 이병인: 일과성 허혈성 발작의 확산 강조 MR 영상**. *대한방사선과의학회지* 43;17-23, 2000.
22. Schaefer PW: Diffusion-weighted imaging as a problem-solving tool in the evaluation of patients with acute strikelike syndromes. *Topics in Magnetic Resonance Imaging* 11;300-309, 2000.
23. Ay H, Buonanno FS, Rordorf G et al: Normal diffusion-weighted MRI during stroke-like deficits. *Neurology* 52;1784-1792, 1999.
24. Schellinger PD, Jansen O, Fiebach JB, Hacke, Sartor K: Standardized MRI Stroke Protocol comparison with CT in hyperacute intracerebral hemorrhage. *Stroke* 30:765-768, 1999.
25. Italo L, Rafael HL, Louis RC, Steven W: MRI Features of intracerebral hemorrhage within 2 hrs from symptom onset. *Stroke* 30;2263-2267, 1999.
26. Maeda M. Abe H, Yamada H, Ishii Y: Hyperacute infarction: a comparison of CT and MRI, including diffusion-weighted imaging. *Neuroradiology* 41;175-178, 1999.